

Schneidwerkzeug zur in-process-Regelung der Restwandstärke bei der  
Airbagschwächung und Verfahren hierzu

**Technisches Gebiet**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schneidwerkzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

**Stand der Technik**

Eine Insassen-Rückhaltevorrichtung mit aufblasbarem Gas- oder Luftsack - im folgenden "Airbag" oder "Airbageinheit" genannt - soll wie ein Sicherheitsgurt auch den Fahrzeugführer und/oder die Mitinsassen bei Verkehrsunfällen vor Verletzungen schützen und wird in der Regel zusätzlich zu den Sicherheitsgurten eingebaut.

Hinsichtlich der Wirkungsweise eines Airbags ist zu berücksichtigen, dass dieser erst bei Geschwindigkeiten ab etwa sechzehn Kilometern pro Stunde wirksam wird. Dann zündet bei einer starken Verzögerung oder Beschleunigung des Kraftfahrzeugs - wie bei einem Gurtstrammer auch - ein elektrischer oder elektronischer Sensor einen pyrotechnischen Treibsatz. Das hierbei frei werdende Gas füllt innerhalb weniger Millisekunden den Airbag, durch den der Fahrzeugführer und/oder die Mitinsassen abgestützt werden. Daraufhin entleert sich der Airbag sofort wieder, so dass sich der Fahrzeugführer und/oder die Mitinsassen wieder bewegen können.

Wie bereits angedeutet, finden Airbags in Kraftfahrzeugen nicht nur für den Fahrzeugführer, sondern zunehmend auch für die Mitinsassen Ver-

wendung, und zwar sowohl als Frontschutz als auch als Seitenairbag zum Schutz gegen einen seitlichen Aufprall.

Der Fahrerairbag zum Schutz vor frontalen Unfällen hat seinen "natürlichen" Platz in der Lenkradnabe und fügt sich somit zwanglos in die Innenraumgestaltung des Kraftfahrzeugs ein; hingegen benötigen Beifahrer- und Seitenairbags Einbauorte, die den Gesamteindruck des Innenraums des Kraftfahrzeugs entscheidend prägen, nämlich die freie Fläche der Armaturentafel vor dem Beifahrer und die Seitenverkleidungen der Türen des Kraftfahrzeugs.

Komplette Airbageinheiten, d. h. einbaufertige Kombinationen von Abdeckung, Airbag und Gasgenerator unterbrechen diese "Gestaltungsflächen" durch Farb- und/oder Musterabweichungen, vor allem aber durch das entstehende "Fugenbild", das infolge unvermeidbarer Einbautoleranzen häufig unregelmäßig und damit unschön ist.

Es besteht daher die Tendenz, Beifahrer- und Seitenairbags "unsichtbar" einzubauen, d. h. hinter durchgehenden Kaschierungen oder Innenraumverkleidungsteilen der eingangs genannten Art anzuordnen, wie sie beispielsweise aus den Druckschriften DE 195 40 563 A1, DE 196 36 428 A1 oder DE 199 37 373 A1 bekannt sind.

Aufgrund entsprechender Designvorgaben für die Innenraumgestaltung von Kraftfahrzeugen fordert die Automobilindustrie zunehmend Instrumententafeln mit unsichtbarem Beifahrerairbag. Dazu müssen die Oberflächenschicht (= zumeist Folie oder "Haut"), der Schaum und der Träger der Instrumententafel mit Sollbruchstellen versehen werden, so dass sich beim Auslösen des Airbagtreibsatzes ein klappenförmiges Segment der Instrumententafel öffnet und sich der Airbag entfalten kann.

Gemäß dem Stand der Technik sind hierzu bei gesonderten Airbag-Kompleteinheiten die Abdeckungen des Führungskanals für den Airbag als ein- oder zweiflügelige Klappen ausgebildet, die um "plastische Scharniere" schwenkbar sind und so unter dem Druck des expandierenden Airbags eine Durchtrittsöffnung freigeben. Dieser Stand der Technik wird im Prinzip auch bei "unsichtbarem" Einbau des Airbags beibehalten:

"Klappnuten", d. h. Querschnittsschwächungen des Trägerteils, die ein "plastisches", gegebenenfalls mit einer eingearbeiteten Metalleinlage verstärktes Gelenk bilden, und "Reißnuten", die das Öffnen der Klappen sicherstellen sollen, geben dabei den Öffnungsbereich für den Airbag in der durchgehenden Verkleidung vor. Die durch diese Nuten begrenzten Klappen öffnen sich unter dem Druck des expandierenden Airbags zur Fahrgastzelle hin, so dass sich der Airbag hierhin ausdehnen kann (vgl. beispielsweise die Druckschrift DE 295 11 172 U1).

Problematisch ist hierbei das Reißverhalten der Kaschierung sowohl beim notwendigen Anriss als auch beim Weiterriß, der möglichst symmetrisch erfolgen sollte, um die Funktion des Airbags nicht zu gefährden. Es ist daher üblich (vgl. beispielsweise die Druckschrift DE 295 11 172 U1), auch die Kaschierung längs der Reißnaht im Querschnitt zu schwächen, also hier einzukerben. Eine Querschnittsschwächung von mehr als sechzig Prozent wird dabei für notwendig erachtet und in Werksnormen zum Teil auch vorgeschrieben.

Dieses Vorgehen weist aber immer noch eine Reihe von Nachteilen auf:

- Die Ausbildung großflächiger Klappen beim Öffnen des Airbagkanals birgt die Gefahr des Abreißens dieser Klappen, die dann in der Fahrgastzelle ein zusätzliches Verletzungsrisiko bedeuten;

- eine mehr als 60%ige Querschnittsschwächung definiert durchzuführen, erfordert in Anbetracht der Dickentoleranz der Kaschierfolien einen erheblichen Fertigungs- und Kontrollaufwand;
- die notwendige Querschnittsschwächung der Kaschierfolie ist so groß, dass die Gefahr besteht, dass sich dieser Bereich auf der Sichtseite abzeichnet.

Es gibt daher Vorschläge, mit dem expandierenden Airbag gesondert Schneidmesser zu betätigen, um so unabhängig von Toleranzen in der Kaschierfoliendicke ein definiertes Aufreißen der Kaschierung sicherzustellen (vgl. beispielsweise die Druckschrift US 5 316 335); allerdings ist hierin eine Vorgehensweise zu sehen, die zusätzlichen Fertigungsaufwand erfordert und bei der die verhältnismäßig "robusten" Messer ein weiteres Verletzungsrisiko bedeuten, denn die Messer durchtrennen sowohl das Trägerteil als auch die Kaschierung.

In weiteren Versuchen wurden konventionellerweise Folien per se gespannt, die entsprechend der Anordnung des Airbags geschwächt sind, wobei die Schwächung der Aufreißkante in Längsrichtung beispielsweise mit einem Laser bewerkstelligt wird.

Diese Art der Schwächung ist aber bei Zugbelastung quer zur Aufreißnaht sehr empfindlich, denn hierbei wird die Naht auseinander gezogen, und die Aufreißkante klafft dauerhaft sichtbar auf. Eine solche Zugbelastung quer zur Aufreißkante ist beispielsweise im Bereich von Wölbungen gegeben, weil beim Spannen der Folie über eine gewölbte Fläche Zugkräfte in Umfangsrichtung entstehen. Durch die Schwächung, beispielsweise durch kleine Schnitte oder Poren, bleibt in der Folie nur noch ein Restquerschnitt der nicht geschwächten Abschnitte übrig, der die Zugkräfte entsprechend tragen muss.

Bei einigen Materialien können durch das Aufklaffen der Schwächung Schnittkanten entstehen, die bei Hautkontakt zu Hautverletzungen, wie etwa zu Schürfungen, führen können. Letztere Gefahr besteht insbesondere bei Verwendung der Folie zur Abdeckung eines Knieairbagmoduls, denn hier kann der Abstand zwischen Folie und Fahrzeuginsasse sehr gering sein.

Des weiteren ist es von Nachteil, dass sichtbar große Aufklaffungen der Schwächung eine unerwünschte Schmutzhaftung sowie einen leichten Schmutz- und Feuchtigkeitsdurchtritt durch die Schwächung ermöglichen. Bei der Kaschierung des Innenraums eines Fahrzeugs sind insbesondere der Kniebereich der Armatur oder die Instrumententafel Bereiche mit gewölbten Flächen, die von einer solchen Folie überspannt werden und bei denen die vorstehend beschriebenen Probleme auftreten.

Nicht zuletzt um die vorgenannten Schwierigkeiten zu umgehen, hat sich bei konventionellen Oberflächenmaterialien, wie z. B. P[oly]V[iny]lC[hlorid] oder T[hermo]P[lastischen]O[lefinen], zum Herstellen der Sollbruchstelle ein Schneidverfahren mittels Ultraschall etabliert. Dabei wird mit einer skalpellartigen Klinge an der rückseitigen Oberfläche der Haut ein Schnitt angebracht. Maschinenseitig wird die Klinge entlang der gewünschten Kontur geführt, wobei die Restwandstärke der Haut durch die Tiefeneinstellung der Maschine definiert ist.

Die zum reaktionsarmen Schneiden erforderliche Längsbewegung des Messers wird durch eine Ultraschallsonotrode erzeugt, die das Messer longitudinal mit einer Frequenz von etwa zwanzig Kilohertz und mit einer Amplitude von etwa zwanzig Mikrometern schwingen lässt. In der Automobilindustrie hat sich für dieses Verfahren der Begriff "Scoring" etabliert.

Als kostengünstige und umweltfreundliche Alternative zu den oben genannten Hautmaterialien (P[oly]V[iny]lC[hlorid],

T[hermo]P[lastischen]O[lefine], ...) gewinnt P[oly]U[rethan] gegenwärtig zunehmend an Bedeutung, was sich in steigenden Marktanteilen bemerkbar macht. P[oly]U[rethan]-Häute können in geschlossenen Formen durch Gießen oder in offenen Formen durch Sprühen hergestellt werden.

Beim Einschneiden von Materialien, wie z. B.

- aus P[oly]U[rethan]-Elastomeren,
- aus P[oly]V[iny]lC[hl]orid,
- aus T[hermo]P[lastischen]E[lastomeren],
- aus T[hermo]P[lastischen]E[lastomeren auf Polyether]-E[ster-Basis],
- aus T[hermo]P[lastischen]O[lefinen] und/oder
- aus T[hermo]P[lastischen Poly]U[rethanen]

als Strukturhaut, als Slushhaut, als Spritzsprühhaut und/oder als Gießhaut unter Beibehaltung einer Restwandstärke des Materials mit derartigen Schneidwerkzeugen zum Zwecke der Herstellung einer Material-Sollbruchstelle für die Freigabe von in Instrumententafeln, in Seitenverkleidungen der Türen eines Fahrzeugs und in der Lenkradnabe eingebaute Airbags als Insassenschutz hat es sich gezeigt, dass das zulässige Toleranzfeld der Restwandstärke der Materialhaut in Abhängigkeit von den Randbedingungen bis zu  $\pm 30$  Mikrometer heruntergeht.

Um diese Exaktheit zu erzielen, sind Maschinen erforderlich, bei denen die geometrisch und thermisch bedingte Genauigkeit nur durch aufwendige Maßnahmen sichergestellt werden kann. Die Investitionskosten für derartige Maschinen sind sehr hoch.

Eine bisherige Lösung besteht im Einsatz eines deutlich preiswerteren Knickarmroboters, der mit sechs in Reihe geschalteten Drehachsen alle benötigten translatorischen und rotatorischen Freiheitsgrade darstellen kann. Trotz ausreichender Bahngenauigkeit kann der Roboter jedoch den

Reaktionskräften aus dem Prozess keine ausreichende Steifigkeit entgegensetzen, um ein dynamisches Aufbiegen der Struktur und damit eine unzulässig große Bahnabweichung zu verhindern.

### **Darstellung der Erfindung: Aufgabe, Lösung, Vorteile**

Ausgehend von den vorstehend dargelegten Nachteilen und Unzulänglichkeiten sowie unter Würdigung des umrissenen Standes der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung mit einem Schneidwerkzeug zum Zwecke der Herstellung einer Material-Sollbruchstelle für die Freigabe von in Instrumententafeln, in Seitenverkleidungen der Türen eines Fahrzeugs und in der Lenkradnabe eingebaute Airbags als Insassenschutz so auszubilden, dass die Vorrichtung in der Lage ist, dynamische Abweichungen zwischen einer Werkzeugspitze (Schneidklinge) und einer Schneidgegenplatte mit hoher Auflösung zu detektieren und diese sofort zu kompensieren, so dass der Schneidroboter mit einfachen steuerungstechnischen Mitteln ein gleich enges Toleranzfeld wie die wesentlich teureren Maschinen bei der Ausbildung von Restwänden im eingeschnittenen Material einhalten kann.

Diese Aufgabe wird gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung durch ein Schneidwerkzeug mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen sowie durch ein Verfahren mit den im Anspruch 7 genannten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Danach besteht die Erfindung darin, dass zur in-process-Regelung der Restwandstärke von eingeschnittenen Materialien bei der Ausbildung von Schwächungs- bzw. Sollbruch- und Trennlinien, d. h. bei der Airbagschwächung am Schneidkopf des Schneidwerkzeugs neben dessen

Schneidklinge oder neben dem Schneidwerkzeug mit dessen Führungs- und Bewegungseinrichtung verbunden zur Messung des Abstands zu einer Schneidgegenplatte mindestens ein Abstandssensor mit einem Messprinzip angeordnet ist.

Das Messprinzip ist gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung nun derart gewählt, dass das Sensorsignal in keiner Weise durch eine in der Schneidaufnahme liegende Formhaut beeinflussbar ist, wobei das Sensorsignal als Messgröße eines Regelkreises dient, bei dem der Abstand zwischen der Werkzeugspitze bzw. Schneidklinge und der Schneidgegenplatte die Regelgröße ist. Als Stellglied kann die robotergesteuerte Einrichtung mit ihrem Lageregelkreis oder mindestens eine zusätzlich zwischengeschaltete Stellachse wirken.

Des weiteren sieht die Erfindung ein Verfahren zur in-process-Regelung der Restwandstärke bei der Airbagschwächung mittels eines in seiner Bewegung gesteuerten, d. h. insbesondere programm- und/oder robotergesteuerten Schneidwerkzeugs für Materialien, insbesondere z. B. aus PU-Elastomeren, aus PVC, aus TPE, aus TPE-E (= thermoplastische Elastomere auf Basis von Polyester), aus TPO und/oder aus TPU als Strukturhaut, als Slushhaut, als Spritzsprühhaut und/oder als Gießhaut vor.

Das Schneidwerkzeug weist mindestens einen Schneidkopf mit einer Schneidklinge, mit einem Klingenhalter für die Schneidklinge und mit einer den Klingenhalter mit der Schneidklinge in eine bevorzugte oszillierende bzw. pulsierende Schneidbewegung versetzenden Antriebsvorrichtung auf; alternativ oder ergänzend hierzu kann das Schneidwerkzeug mittels der robotergesteuerten Einrichtung in eine ziehende, den Schnitt erzeugende Vorschubbewegung versetzt werden.

Das Verfahren selbst besteht gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung darin, dass die Schneidklinge zur Erzeugung von entlang einer Soll-



bruchlinie verlaufenden Schwächungsstrukturen im Material der Airbag-Verkleidung mit mindestens einer vorgegebenen Vorschubgeschwindigkeit entlang der Sollbruchlinie verfahren und das Material eingeschnitten wird.

Hierbei wird vermittelt mindestens eines neben dem Schneidwerkzeug angeordneten und zusammen mit dem Schneidwerkzeug geführten Abstandssensors der Abstand vom Abstandssensor zu einer das einzuschneidende Material aufnehmenden Schneidgegenplatte gemessen.

Die Restwandstärke wird dann aus dem zwischen Abstandssensor und Schneidgegenplatte gemessenen Abstand abzüglich des vorgegebenen und während des Schneidvorgangs konstant gehaltenen Werts für den Abstand des Abstandssensors von der Grundfläche, d. h. von der Bodenfläche des Einschnitts in das Material errechnet, wobei die Schneidklingentiefe bei Abweichungen automatisch nachgeregelt wird.

Des weiteren sieht die Erfindung vor, dass zur in-process-Regelung der Restwandstärke von eingeschnittenen Materialien bei der Airbagschwächung am Schneidkopf des Schneidwerkzeugs neben dessen Schneidklinge oder neben dem Schneidwerkzeug mit dessen Führungs- und Bewegungseinrichtung verbunden zur Messung des Abstands zu einer Schneidgegenplatte mindestens ein Abstandssensor mit einem Messprinzip angeordnet ist, das derart gewählt wird, dass das Sensorsignal in keiner Weise durch eine in der Schneidaufnahme liegende Formhaut beeinflusst wird.

Hierbei wird das Sensorsignal als Messgröße eines Regelkreises herangezogen, bei dem der Abstand zwischen der Werkzeugspitze bzw. Schneidklinge und der Schneidgegenplatte die Regelgröße ist, wobei als Stellglied die robotergesteuerte Einrichtung mit ihrem Lageregelkreis oder eine zusätzliche zwischengeschaltete Stellachse wirkt; die Restwandstärke wird aus dem Wert des Abstands zwischen dem Abstandssensor und

der Schneidgegenplatte abzüglich der vorgegebenen Höhendifferenz zwischen dem Abstandssensor und der Klingenspitze errechnet.

Mit dem erfindungsgemäß ausgebildeten Schneidwerkzeug wird eine hohe Genauigkeit bei der Herstellung der Restwandstärke der Haut ohne aufwendige Maßnahmen oder ohne aufwendige Einrichtungen erreicht. Die sich bei den bisher bekannten Lösungen ergebenden Nachteile werden verhindert.

Die Maschine ist somit in der Lage, dynamische Abweichungen zwischen der Werkzeugspitze und der Schneidgegenplatte mit hoher Auflösung zu detektieren und diese sofort zu kompensieren; insofern kann der Schneidroboter mit einfachen steuerungstechnischen Mitteln ein gleich enges Toleranzfeld einhalten, wie dies sonst nur mit wesentlich teureren Maschinen möglich ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich die Verwendung mindestens eines Schneidwerkzeugs gemäß der vorstehend dargelegten Art und/oder eines Verfahrens gemäß der vorstehend dargelegten Art bei der Herstellung von Airbagverkleidungen mit Schwächungsstrukturen, insbesondere bei der Ausbildung von Schwächungslinien bzw. von Sollbruch- und Trennungslinien in zur Verkleidung von Airbags vorgesehenen Materialien, z. B.

- aus P[oly]U[rethan]-Elastomeren,
- aus P[oly]V[iny]lC[hlorid],
- aus T[hermo]P[lastischen]E[lastomeren], auch auf Polyester- bzw. Polyether-Ester-Basis,
- aus T[hermo]P[lastischen]O[lefinen] und/oder
- aus T[hermo]P[lastischen Poly]U[rethanen]

als Strukturhaut, als Slushhaut, als Spritzsprühhaut und/oder als Gießhaut.

### **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

Wie bereits vorstehend erörtert, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird einerseits auf die den Ansprüchen 1 und 7 nachgeordneten Ansprüche verwiesen, andererseits werden weitere Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung nachstehend anhand des durch die Fig. 1 und 2 veranschaulichten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1        in schematischer Teilschnittansicht einen Schneidkopf mit einer Schneidklinge eines Ausführungsbeispiels für ein Schneidwerkzeug gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei am Schneidkopf ein Abstandssensor einer extern zum Schneidkopf angeordneten Schnitttiefenerkennungsvorrichtung angeordnet ist und

Fig. 2        in schematischer Teilschnittansicht ein Detail aus Fig. 1.

Gleiche oder ähnliche Ausgestaltungen, Elemente oder Merkmale sind in den Fig. 1 und 2 mit identischen Bezugszeichen versehen.

### **Bester Weg zur Ausführung der Erfindung**

Das erfindungsgemäße Schneidwerkzeug 100 für Materialien 70, insbesondere für P[oly]U[rethan]-Elastomere, für P[oly]V[iny]lC[hlorid], für T[hermo]P[lastische]E[lastomere], für T[hermo]P[lastische]E[lastomere auf Polyether]-E[ster-Basis], für T[hermo]P[lastische]O[lefine] und/oder für T[hermo]P[lastische Poly]U[rethane], umfasst vorzugsweise in einem Gehäuse 15 einen Schneidkopf 10 mit einer Antriebseinrichtung 20, die als Antriebsmotor 21 ausgebildet ist, mit einem Klingenhalter 30 und mit einer Schneidklinge 35, die im Klingenhalter 30 auswechselbar angeordnet ist (vgl. Fig. 1: sogenannter "Vocks-Kopf").

Die Realisierung des Schneidwerkzeugs 100 gemäß der vorliegenden Erfindung ist in erfindungswesentlicher Weise aber auch mit mindestens einem Ultraschallkopf oder mit mindestens einer feststehenden Klinge möglich. In jedem Falle weist das Schneidwerkzeug 100 mindestens einen Schneidkopf 10 auf, wobei das Schneidwerkzeug 100 auch mit zwei oder mehr Schneidköpfen 10 versehen sein kann.

Die Bewegung des Schneidwerkzeugs 100 erfolgt mittels eines Roboters bzw. mittels einer entsprechenden Steuereinrichtung, mit der der Bewegungsvorlauf des Schneidwerkzeugs 100 entsprechend einem vorgegebenen Schnittverlauf gesteuert wird. Bei der Verwendung eines ziehenden Schneidmessers 35 wird der Vorschub des Schneidkopfs 10 über den Roboter bzw. über die Steuereinrichtung gesteuert.

Alle Schneidvorgänge, Schnittbahnen und dergleichen werden vorzugsweise automatisch mit einer in der Zeichnung aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellten Führungs- und Bewegungseinrichtung gesteuert.

Die Oszillation des Messers 35 wird durch eine Axialkurve mechanisch geführt (vergleichbar mit der Bewegung eines Ventils an einem Ottomotor, die durch die Form der Nockenwelle geführt bzw. gesteuert wird). Die Bahnkurve, die die Schneidklinge 35 auf der Formhaut 70 beschreibt, wird durch ein Programm beschrieben, wobei es unerheblich sein sollte, ob die Bahnkurve durch die Bewegung eines Roboters oder einer anderen Maschine umgesetzt wird.

Am Schneidkopf 10 des Schneidwerkzeugs 100 ist neben dessen Schneidklinge 35 ein Abstandssensor 85 oberhalb des auf der Schneidgegenplatte 81 liegenden einzuschneidenden Materials 70 angeordnet. Der Abstand des Abstandssensors 85 zur Schneidklinge 35 sollte gering gewählt sein. Mit dem Abstandssensor 85 wird der Abstand A vom Abstandssensor 85 zur Schneidgegenplatte 81 gemessen.

Hierbei ist der Abstandssensor 85 in exemplarischer Weise als zylindrischer Körper ausgestaltet, der über eine relativ solide Verbindung 40, 42 an den Schneidkopf 10 des Schneidwerkzeugs 100 angebunden ist. Der Abstandssensor 85 beruht auf einem induktiven Funktionsprinzip, wobei der Induktivsensor so abgestimmt ist, dass der Abstand des Induktivsensors zu einem elektrisch leitenden Gegenstand erfasst wird.

Da das Hautmaterial 70 nicht elektrisch leitend und aus diesem Grunde "unsichtbar" für den Abstandssensor 85 ist, wird durch den Abstandssensor 85 der Abstand A bis zur Schneidgegenlage 81 gemessen, denn diese Schneidgegenlage (= Schneidgegenplatte 81) ist aus Stahl (vgl. hierzu auch Fig. 2).

Die Höhendifferenz A1 (vgl. hierzu auch Fig. 2) zwischen dem Abstandssensor 85 und der Spitze der Schneidklinge 35 wird mittels eines geeigneten Messgeräts gemessen. Für den Schneidvorgang ist dieser Abstandswert A1 damit bekannt und konstant. Die aktuelle Restwandstär-

ke A2 (vgl. hierzu auch Fig. 2), die senkrecht zur Oberfläche 86 der geschnittenen Haut 70 spezifiziert ist, wird dann aus dem aktuell gemessenen Abstand A abzüglich des konstanten Abstands A1 errechnet. Dieser Wert A2 wird der Regelung als aktueller Ist-Wert zugeführt.

Zu berücksichtigen ist im Hinblick auf die Höhe des Abstandssensors 85 über dem einzuschneidenden Material 70, dass dieses zu schneidende Material 70 Schwankungen in seiner Dicke von bis zu etwa 0,4 Millimetern unterliegen kann, denn das Material 70 wird z. B. durch einen P[oly]U[rethan]-Sprühprozess in eine offene Form hergestellt.

Mit der Lehre gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, trotz dieser Dickenschwankungen einen Einschnitt mit exakt konstanter Restwandstärke A2 zu erzielen. Die Höhe des Abstandssensors 85 oberhalb des zu schneidenden Materials ist insofern veränderbar, als diese Höhe von der schwankenden Dicke des Materials 70 abhängt.

Gemäß einer erfindungswesentlichen Weiterbildung des vorliegenden Schneidwerkzeugs 100 kann die Anordnung des Abstandssensors 85 in geeigneter Weise auch an der Führungs- und Bewegungseinrichtung für das Schneidwerkzeug 100 erfolgen.

Das Online-Messprinzip des zur Erfassung der Restwandstärke A2 vorgesehenen Abstandssensors 85 ist so gewählt, dass das Signal des Abstandssensors 85 in keiner Weise durch eine in der Schneidaufnahme liegende Formhaut (Dicke, Farbe, Material, Narbung oder dergleichen) beeinflusst wird, denn das Hautmaterial 70 ist nicht elektrisch leitend und aus diesem Grunde "unsichtbar" für den Abstandssensor 85 (vgl. oben; wenn die Formhaut das Messsignal beeinflussen würde, könnte das Messsignal nicht als Maß für die Restwandstärke A2 verwendet werden).

Was nun die in-process-Regelung der Restwandstärke A2 des eingeschnittenen Materials 70 anbelangt, so bedeutet "in process", dass diese Regelung zeitparallel zur Bearbeitung stattfindet. Das Sensorsignal dient nun als Messgröße eines Regelkreises, bei dem der Abstand zwischen der Spitze des Schneidwerkzeugs 100 und der Schneidgegenplatte 81 die Regelgröße ist.

Als Stellglied kann z. B. eine externe zusätzliche zwischengeschaltete Stellachse mit eigener Regelung fungieren. Eine derartige zusätzliche zwischengeschaltete Stellachse stellt technisch eine Lösung dar, wenn die verwendete Steuerung nicht die Möglichkeit zulässt, eine Messgröße in der Lageregelung mitzuverarbeiten.

In diesem Falle kann eine zusätzliche lineare Bewegungsachse in Achsrichtung des Schneidkopfs 10 eingebaut werden. Die zusätzliche Bewegung wird dann nicht regelungstechnisch, sondern mechanisch überlagert, wozu eine externe Steuerung erforderlich ist.

Gemäß einer Alternative oder Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann auch eine Steuerung auf C[omputerized]N[umerical]C[ontrol]-Basis (CNC = computerunterstützte numerische Maschinensteuerung) eingesetzt werden, sofern diese CNC-Steuerung über die Möglichkeit verfügt, eine Messgröße in der Lageregelung mitzuverarbeiten.

Eine externe zusätzliche zwischengeschaltete Stellachse mit eigener Regelung oder auch eine CNC-Steuerung ist als technisch einem nachfolgend beschriebenen Roboter mit Lageregelkreis gleich gestaltet anzusehen.

Als Stellglied kann also alternativ oder ergänzend auch der Roboter selbst mit seinem Lageregelkreis wirken, wobei in diesem Falle die Information

für das Stellglied dem Regelkreis in der Lageregelung der Robotersteuerung entnommen wird.

Im exemplarischen Falle, dass der Roboter selbst mit seinem Lageregelkreis als Stellglied fungiert, ist dieser Lageregelkreis in die Steuerung der Maschine, und hierbei insbesondere in die Lageregelung der Steuerung integriert. Die einzige hergestellte Verbindung zum Schneidwerkzeug 100 besteht dann darin, dass die Messgröße, d. h. das Signal des Abstandssensors 85 verstärkt und an einer analogen Schnittstelle der Steuerung in den Regelkreis eingespeist wird.

In diesem Falle ist die Maschine ein Knickarmroboter, doch es kann genauso gut eine konventionelle kartesische Maschine mit x-Achse, mit y-Achse und mit z-Achse sein.

Sofern die Maschine allerdings nicht über die Funktion eines externen überlagerten Regelkreises verfügt, ist es auch möglich, eine externe zusätzliche, z. B. P[ersonal]C[omputer]-basierte Regelung einzusetzen. Grundsätzlich gilt, dass der Regelkreis technisch im wesentlichen gleich gestaltet ist, und zwar unabhängig davon, ob der Regelkreis in einen Roboter oder in eine Maschine integriert ist.

Der Regelkreis dient dazu, das Messsignal des Abstandssensors 85 möglichst konstant zu halten. Wenn das Signal - bedingt z. B. durch Störgrößen - von der Sollgröße abweicht, erzeugt der Regelkreis eine der Störgröße gegengerichtete Stellgröße.

In diesem Zusammenhang wird das externe Signal als überlagerte Messgröße zugeführt. In der Steuerung ist die Stellgröße so verschaltet, dass die Stellgröße eine Korrekturbewegung genau in senkrechter Richtung erzeugt.



Bezugszeichenliste

100	Schneidwerkzeug
10	Schneidkopf
15	Gehäuse
20	Antriebsvorrichtung
21	Antriebsmotor der Antriebsvorrichtung 20
30	Klingenhalter
35	Messerklunge oder Schneidklunge
40	(erste Komponente der) Verbindung zwischen Schneidkopf 10 und Abstandssensor 85
42	(zweite Komponente der) Verbindung zwischen Schneidkopf 10 und Abstandssensor 85
70	einzuschneidendes Material, insbesondere Hautmaterial
81	Schneidgegenlage oder Schneidgegenplatte
85	Abstandssensor
86	Bodenfläche des Einschnitts in das Material 70
A	Abstand zwischen Abstandssensor 85 und Schneidgegenplatte 81
A1	Höhendifferenz zwischen Abstandssensor 85 und Spitze der Schneidklunge 35
A2	Restwandstärke = Abstand A minus Höhendifferenz A1

## Ansprüche

### 1. Schneidwerkzeug (100) für Materialien (70), insbesondere

- aus P[oly]U[rethan]-Elastomeren,
  - aus P[oly]V[iny]lC[hlorid],
  - aus T[hermo]P[lastischen]E[lastomeren], auch auf Polyester- bzw. Polyether-Ester-Basis,
  - aus T[hermo]P[lastischen]O[lefinen] und/oder
  - aus T[hermo]P[lastischen Poly]U[rethanen]
- als Strukturhaut, als Slushhaut, als Spritzsprühhaut und/oder als Gießhaut, welches Schneidwerkzeug (100) in seiner Bewegung gesteuert, insbesondere programm- und/oder robotergesteuert, ist, umfassend mindestens einen Schneidkopf (10)
- mit mindestens einer Schneidklinge (35),
  - mit mindestens einem Klingenhalter (30) für die Schneidklinge und
  - mit mindestens einer den Klingenhalter (30) mit der Schneidklinge (35) in eine oszillierende bzw. pulsierende Schneidbewegung versetzenden Antriebsvorrichtung (20) oder
  - mit mindestens einer den Klingenhalter (30) mit der Schneidklinge (35) in eine ziehende, den Schnitt erzeugende Vorschubbewegung versetzenden robotergesteuerten Einrichtung, insbesondere für Airbagverkleidungen mit Schwächungsstrukturen,

dadurch gekennzeichnet,

- dass zur in-process-Regelung der Restwandstärke (A2) der eingeschnittenen Materialien (70) bei der Ausbildung von

Schwächungslinien bzw. von Sollbruch- und Trennungslinien, d. h. bei der Airbagschwächung, am Schneidkopf (10) des Schneidwerkzeugs (100) neben dessen Schneidklinge (35) oder neben dem Schneidwerkzeug (100) mit dessen Führungs- und Bewegungseinrichtung verbunden zur Messung des Abstands zu einer Schneidgegenplatte (81) mindestens ein Abstandssensor (85) mit einem Messprinzip vorgesehen ist, das derart gewählt ist, dass das Sensorsignal in keiner Weise durch eine in der Schneidaufnahme liegende Formhaut beeinflussbar ist, wobei das Sensorsignal als Messgröße eines Regelkreises dient, bei dem

- der Abstand (A) zwischen dem Abstandssensor (85) und der Schneidgegenplatte (81) oder
- der Abstand (A2) zwischen der Werkzeugspitze, d. h. der Schneidklinge (35) und der Schneidgegenplatte (81) die Regelgröße ist, und
- dass als Stellglied die robotergesteuerte Einrichtung mit ihrem Regelkreis oder mindestens eine zusätzliche zwischengeschaltete Stellachse wirkt.

2. Schneidwerkzeug gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (85) als mindestens ein zylindrischer Körper ausgebildet ist, der über mindestens eine ein- oder mehrteilige Verbindung (40, 42) an den Schneidkopf (10) angebunden ist.
3. Schneidwerkzeug gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (85) auf induktivem Funktionsprinzip beruht.

4. Schneidwerkzeug gemäß Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Induktivsensor des Abstandssensors (85) so abgestimmt  
ist, dass der Abstand des Induktivsensors zu mindestens einem  
elektrisch leitenden Gegenstand, insbesondere zur Schneidgegen-  
platte (81), erfassbar ist.
  
5. Schneidwerkzeug gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Regelkreis
  - als Lageregelkreis ausgebildet und/oder
  - im Schneidwerkzeug (100) integriert ist.
  
6. Schneidwerkzeug gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verbindung des Regelkreises zum Schneidwerkzeug (100)  
dergestalt ausgebildet ist, dass die Messgröße, d. h. das Signal des  
Abstandssensors (85)
  - verstärkt und
  - an mindestens einer analogen Schnittstelle der Steuerung in  
den Regelkreis eingespeist

werden kann.
  
7. Verfahren zur in-process-Regelung der Restwandstärke (A2) bei  
der Airbagschwächung mittels eines in seiner Bewegung ge-  
steuerten, insbesondere programm- und/oder robotergesteuerten  
Schneidwerkzeugs (100) für Materialien (70), insbesondere
  - aus P[oly]U[rethan]-Elastomeren,

- aus P[oly]V[iny]lC[hlorid],
  - aus T[hermo]P[lastischen]E[lastomeren], auch auf Polyester- bzw. Polyether-Ester-Basis,
  - aus T[hermo]P[lastischen]O[lefinen] und/oder
  - aus T[hermo]P[lastischen Poly]U[rethanen]
- als Strukturhaut, als Slushhaut, als Spritzsprühhaut und/oder als Gießhaut, wobei das Schneidwerkzeug (100) mindestens einen Schneidkopf (10)
- mit mindestens einer Schneidklinge (35) und
  - mit mindestens einem Klingenhalter (30) für die Schneidklinge (35) aufweist, wobei der Klingenhalter (30) mit der Schneidklinge (35)
  - mittels mindestens einer Antriebsvorrichtung (20) in eine oszillierende bzw. pulsierende Schneidbewegung oder
  - mittels mindestens einer robotergesteuerten Einrichtung in eine ziehende, den Schnitt erzeugende Vorschubbewegung versetzt wird,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Schneidklinge (35) zur Erzeugung von entlang mindestens einer Sollbruchlinie verlaufenden Schwächungsstrukturen im Material (70) der Airbag-Verkleidung mit mindestens einer vorgegebenen Vorschubgeschwindigkeit entlang der Sollbruchlinie verfahren und das Material (70) eingeschnitten wird,
- dass vermittels mindestens eines neben dem Schneidwerkzeug (100) bzw. neben der Schneidklinge (35) angeordneten und zusammen mit dem Schneidwerkzeug (100) bzw. zusammen mit der Schneidklinge (35) geführten Abstandssensors (85) der Abstand (A) vom Abstandssensor (85) zu einer

- das einzuschneidende Material (70) aufnehmenden Schneidgegenplatte (81) gemessen wird und
  - dass die Restwandstärke (A2) aus dem zwischen dem Abstandssensor (85) und der Schneidgegenplatte (81) gemessenen Abstand (A) abzüglich des vorgegebenen und während des Schneidvorgangs konstant gehaltenen Werts für den Abstand (A1) des Abstandssensors (85) von der Grundfläche, d. h. von der Bodenfläche (86) des Einschnitts in das Material (70) errechnet wird, wobei die Tiefe der Schneidklinge (35) bei Abweichungen automatisch nachgeregelt wird.
8. Verfahren gemäß Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zur in-process-Regelung der Restwandstärke (A2) von eingeschnittenen Materialien (70) bei der Ausbildung von Schwächungslinien bzw. von Sollbruch- und Trennungslinien bei der Airbagschwächung am Schneidkopf (10) des Schneidwerkzeugs (100) neben dessen Schneidklinge (35) oder neben dem Schneidwerkzeug (100) mit dessen Führungs- und Bewegungseinrichtung verbunden zur Messung des Abstands zur Schneidgegenplatte (81) mindestens ein Abstandssensor (85) mit einem Messprinzip vorgesehen wird, das derart gewählt wird, dass das Sensorsignal in keiner Weise durch eine in der Schneidaufnahme liegende Formhaut beeinflusst wird, wobei das Sensorsignal als Messgröße eines Regelkreises herangezogen wird, bei dem
- der Abstand (A) zwischen dem Abstandssensor (85) und der Schneidgegenplatte (81) oder
  - der Abstand (A2) zwischen der Werkzeugspitze, d. h. der Schneidklinge (35) und der Schneidgegenplatte (81)

die Regelgröße ist, wobei als Stellglied die robotergesteuerte Einrichtung mit ihrem Regelkreis oder mindestens eine zusätzlich zwischengeschaltete Stellachse wirkt, wobei die Restwandstärke (A2) aus dem Wert des Abstands (A) zwischen dem Abstandssensor (85) und der Schneidgegenplatte (81) abzüglich der Höhendifferenz (A1) zwischen dem Abstandssensor (85) und der Spitze der Schneidklinge (35) errechnet wird.

9. Verfahren gemäß Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung des Regelkreises, insbesondere des Lageregelkreises, zum Schneidwerkzeug (100) dergestalt ausgebildet wird, dass die Messgröße, d. h. das Signal des Abstandssensors (85)

- verstärkt und
- an mindestens einer analogen Schnittstelle der Steuerung in den Regelkreis eingespeist

wird.

10. Verwendung mindestens eines Schneidwerkzeugs (100) gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6 und/oder eines Verfahrens gemäß mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9 bei der Herstellung von Airbagverkleidungen mit Schwächungsstrukturen, insbesondere bei der Ausbildung von Schwächungslinien bzw. von Sollbruch- und Trennungslinien in zur Verkleidung von Airbags vorgesehenen Materialien (70), z. B.

- aus P[oly]U[rethan]-Elastomeren,
- aus P[oly]V[iny]lC[hlorid],

- aus T[hermo]P[lastischen]E[lastomeren], auch auf Polyester- bzw. Polyether-Ester-Basis,
- aus T[hermo]P[lastischen]O[lefinen] und/oder
- aus T[hermo]P[lastischen Poly]U[rethanen]  
als Strukturhaut, als Slushhaut, als Spritzsprühhaut und/oder als Gießhaut.



### Erfindungszusammenfassung

Die Vorrichtung mit einem Schneidwerkzeug zum Zwecke der Herstellung einer Material-Sollbruchstelle für die Freigabe von in Instrumententafeln, in Seitenverkleidungen der Türen eines Fahrzeuges und in der Lenkradnabe eingebaute Airbags als Insassenschutz besteht darin, dass zur in-process-Regelung der Restwandstärke von eingeschnittenen Materialien bei der Ausbildung von Schwächungs- bzw. Sollbruch- und Trennlinien am Schneidkopf (10) des Schneidwerkzeuges (100) neben dessen Schneidklinge (35) oder neben dem Schneidwerkzeug mit dessen Führungs- und Bewegungseinrichtung verbunden, zur Messung des Abstandes zu einer Schneidgegenplatte (81) mindesten ein Abstandssensor (85) mit einem Messprinzip angeordnet ist.

(Fig. 1)